

ЗАТВЕРДЖУЮ



В.о. Генерального директора
ІІТ «ІСР» «Південне»

Олександр КУШНАРЬОВ
2023р.

ВИСНОВОК

**про наукову новизну, теоретичне і практичне значення
результатів дисертації**

на тему: СУЦІЛЬНОКОМПОЗИТНІ БЕЗЛЕЙНЕРНІ КРІОГЕННІ ПАЛИВНІ
БАКИ

здобувача наукового ступеню доктора філософії Літота Олександра
Володимировича

з галузі знань

13 Механічна інженерія

шифр, назва галузі знань

за спеціальністю

134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка.

шифр, назва спеціальності

Попередню експертизу проведено на засіданні секції НТР комплексу 9
17 жовтня 2023 року, протокол №14.

1. Актуальність теми дослідження. Наукову працю спрямовано на теоретичне і експериментальне дослідження надлегких композиційних конструкцій на прикладі легкого суцільнокомпозитного безлейнерного кріогенного паливного баку для застосування у складі ракет-носіїв та багаторазових безпілотних літальних апаратів, що є актуальною темою для ракетно-космічної галузі України.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Науково-дослідні роботи, теоретичне і експериментальне відпрацювання створення суцільнокомпозитного безлейнерного кріогенного паливного баку було виконано в рамках наступних тем та програм:

- тема «Транспортна Космічна Система (ТКС-М)» зі створення суцільнокомпозитного паливного баку;

- тема «Паливний бак» зі створення суцільнокомполитного безлейнерного кріогенного паливного баку;
- програма «Horizont 2020», проект MODCOMP (Угода про надання гранту № 685844) зі створення суцільнокомполитного паливного баку високого тиску.

3. Мета і завдання дослідження. Створення раціональної конструкції суцільнокомполитного безлейнерного кріогенного паливного баку на основі синтезу ефективних конструкторсько-технологічних рішень, у тому числі в комп'ютерно-інтегрованому середовищі.

Об'єктом дослідження є процеси формоутворення суцільнокомполитного кріогенного паливного баку для кріогенних компонентів.

Предметом дослідження є ефективні конструктивно-технологічні рішення виготовлення паливних баків із композиційних матеріалів з високими фізико-механічними та експлуатаційними характеристиками.

4. Наукова новизна отриманих результатів.

У дисертації одержані такі нові наукові результати:

- вперше в Україні для створення безлейнерного баку, який буде вміщувати кріогенні компоненти ракетного палива, запропоновано використати спеціальні композиційні матеріали – конструкційні епоксидні вуглепластики на основі високоміцного вуглецевого волокна, як матеріал силової оболонки, та конструкційні епоксидні вуглепластики на основі рівномічної вуглецевої тканини полотняного плетіння як матеріал фланцю;
- вперше розглянуто і оцінено вплив кріогенних компонентів палива (-196°C) на фізико-механічні і теплофізичні характеристики матеріалу суцільнокомполитного кріогенного паливного баку із вуглепластику в середовищі рідкого кисню та рідкого азоту;
- розроблено та реалізовано нову технологію на основі метода мокрого намотування із застосуванням спеціальної схеми армування, яка дозволяє

отримати надтонкі багат шарові силові оболонки, що відповідають вимогам міцності і герметичності;

- вперше визначено фізико-механічні та теплофізичні характеристики фторопласта марки Ф4 у контакті з вуглепластиком на основі епоксидної матриці. Визначено параметри поверхневої міцності й пружності, а також коефіцієнти лінійного температурного розширення матеріалів, що перебувають у контакті, за результатами яких підтверджена можливість створення суцільнокомполітного рознімного фланцевого з'єднання;

- вперше створено суцільнокомполітне рознімне фланцеве з'єднання кріогенного паливного бака з вуглепластику. За результатами випробувань надлишковим тиском рідкого азоту та газоподібного гелію підтверджена можливість його застосування в складі конструкції паливного бака;

- для опису пружно-деформованого стану суцільнокомполітного корпусу паливного баку з кріогенним компонентом палива побудовано удосконалені математичні моделі, коректність яких підтверджено випробуваннями на міцність;

- для обробки та оцінки стану конструкції під час проведення випробувань надлишковим тиском рідкого азоту, запропоновано та реалізовано візуально-аналітичну технологію контролю стану тонкостінних силових оболонок з вуглепластику. Оцінено процеси напружено-деформованого стану при повторних навантаженнях, що моделюють заправлення/злив, використовуючи методи тензометричних вимірів

5. Теоретичне та практичне значення результатів дисертації є таким:

- розроблено та впроваджено технологію виготовлення та випробувань таких конструкцій, як суцільнокомполітні безлейнерні баки для кріогенних компонентів палива, зокрема, розроблено технологію проведення випробувань на міцність суцільнокомполітних паливних баків в умовах впливу кріогенних температур, яку може бути використано під час створення аналогічних виробів ракетно-космічної техніки;

- розроблено та виготовлено формотворне оснащення для отримання корпусу паливного бака й технологічні пристосування для поліпшення укладання прошарків. (Патент України на корисну модель «Розбірна оправка для виготовлення високоміцних оболонок з композиційних матеріалів. » номер UA 141527 U (u 2019 10573));
- за результатами проведених досліджень розроблено спеціальне технологічне пристосування, яке дозволяє реалізувати спірально-кільцеве укладання армуючого матеріалу для забезпечення герметичності суцільнокомпозитних конструкцій, що створюються;
- створено суцільнокомпозитний безлейнерний кріогенний паливний бак. (Патент України на корисну модель «Спосіб виготовлення ємності з композиційних матеріалів» номер а2019 02622, патент України на винахід «Спосіб виготовлення легких паливних баків високого тиску з композиційних матеріалів» номер патенту UA 138264 U (u 2019 04635)).

6. Використання результатів роботи.

Результати теоретичних та експериментальних досліджень, розрахункових моделей, а також розробки методичного та технічного забезпечення з проектування, виготовлення та випробувань суцільнокомпозитного безлейнерного паливного баку для кріогенних компонентів палива знайшли практичне використання (підтверджено актами впровадження та апробування) на підприємствах ДП «КБ «Південне» (м. Дніпро), ТОВ «Науково виробниче підприємство «Адамант» (м. Кривий Ріг), ТОВ «Альфа Композит» (м. Полтава).

7. Особиста участь автора в одержанні наукових та практичних результатів, що викладені в дисертаційній роботі, висвітлено в 29 роботах, з яких 12 статей у фахових наукових виданнях України, затверджених для захисту дисертаційних робіт, (1 стаття у фаховому збірнику категорії А, який включено до міжнародних наукометричних баз даних Web of Science Core Collection та Scopus); 2 патенти України на корисну модель та 1 патент України

на винахід; 14 тез доповідей на конференціях.

Усі наукові результати отримані автором самостійно. У працях, опублікованих у співавторстві, автору належать такі результати: [1] – дослідження матеріалів та розробка технології виготовлення зразків; [2] – дослідження графічної моделі процесу виготовлення, розробка технології на її основі; [3] – літературний огляд; [4] – розробка технології виготовлення та випробувань; [5] – літературний огляд, розробка технології та практичні дослідження; [6] – апробація графічного моделювання процесу виготовлення; [7] – літературний огляд, мікроструктурні дослідження; [8] – літературний огляд, виготовлення та випробування дослідної конструкції; [9] – розробка технології графічного моделювання процесу виготовлення; [10] – дослідження вимог та обмежень щодо використання оправок; [11] – проведення досліджень, формування вихідних даних для аналізу; [12] – розробка технології та виготовлення оболонки.

Статтю [1], що опубліковано у співавторстві, присвячено дослідженню поверхневого шару вихідних (традиційних) та оброблених атмосферною плазмою низькомодульних вуглецевих волокон методами рентгенівської фотоелектронної спектроскопії, інфрачервоної спектроскопії та електронно мікроскопічного аналізу. Показано доцільність застосування атмосферної плазмової обробки для активування поверхні наповнювача (вуглецевих волокон).

Статтю [2] присвячено використанню сучасних засобів комп'ютерного моделювання при розробці технології виготовлення виробів із полімерних композиційних матеріалів на прикладі створення фланця паливного баку криогенних компонентів із вуглепластику. Наведено результати чисельного моделювання процесу викладки та формоутворення геометрії фланцю із вуглепластику.

В роботі [3] висвітлено світові тенденції та виконано аналіз стану розробки композитних паливних баків. Показано, що полімерні композиційні матеріали знайшли широке застосування в сучасному ракетобудуванні і мають високу перспективу розвитку.

В роботі [4] представлено технологічні особливості виготовлення корпусу паливного баку з розробленими фланцями з вуглепластику. Розглянуто конструкцію фланців і окремих елементів технологічної оправки. Наведено основні конструктивно-технологічні рішення виготовлення корпусу паливного баку з фланцями з вуглепластику.

У статті [5] розглянуто можливі методи впливу на вуглецевий наповнювач з метою зменшення товщини прошарку вуглепластику. Проведено теоретичні і експериментальні дослідження, а також виконано мікроструктурний аналіз отриманого матеріалу.

Статтю [6] присвячено застосуванню сучасних програмних комплексів при проектуванні та виготовленні виробів із полімерних композиційних матеріалів на прикладі створення фланця паливного баку для кріогенних компонентів палива з вуглепластику. Отримано геометричну модель, виготовлено, випробувано та досліджено конструктивно-подібні зразки фланцю з вуглепластику.

В роботі [7] виконано дослідження та порівняльну оцінку комп'ютерного моделювання процесу укладки багатошаркового композиційного матеріалу складної геометричної форми та його практичне виконання на прикладі створення фланця паливного баку з вуглепластику. Виконано дослідження мікроструктури зразків, вирізаних із фланця з вуглепластику. Досліджено укладання та кластерні структури матеріалу.

В статті [8] наведено результати пошукових та експериментальних досліджень конструкції паливного баку з полімерних композиційних матеріалів для роботи в кріогенному середовищі. Вперше в практиці ДП «КБ «Південне» розроблено конфігурацію силової оболонки паливного баку з вуглепластику, що здатна зберегти свою цілісність та герметичність при штатних експлуатаційних навантаженнях надлишковим тиском рідкого азоту.

Статтю [9] присвячено питанню моделювання процесу виготовлення силової оболонки композитних паливних баків, які виготовляються методом намотування. Розроблено нові методи, які дозволяють більш точно відображати структуру силової оболонки з урахуванням особливостей і

факторів її створення, а також більше детально обробляти і аналізувати отримані дані.

В роботі [10] об'єктом дослідження є оправка для виготовлення тонкостінних паливних баків із вуглепластика методом автоматизованого намотування/викладення. Розглянуто умови забезпечення технологічності з урахуванням вимог і конструктивних рішень.

Статтю [11] присвячено дослідженню інформативності критерія Стьюдента. Підтверджено, що модифікований критерій Стьюдента є більш інформативним порівняно з класичним критерієм на прикладі задачі контролю стану об'єктів короткими вибірками експериментальних вимірювань.

В статті [12] описано конструктивно-технологічні рішення створення багат шарових товстостінних оболонок, що виготовляються методом намотування, та призначені для конструкцій, які сприймають високий надлишковий тиск та температуру. Представлено результати експериментального дослідження матеріалу і параметри отриманої конструкції.

Дисертаційну роботу виконано у відділі 991 Державного Підприємства «Конструкторське Бюро «Південне» ім. М.К. Янгеля».

Розглянувши звіт подібності щодо перевірки на плагіат, експерти дійшли висновку, що дисертаційна робота Літота Олександра Володимировича є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають посилання на відповідне джерело. Дисертація характеризується єдністю змісту та відповідає вимогам щодо її оформлення. Особиста участь автора полягає в одержанні наукових та практичних результатів, що викладені в дисертаційній роботі, в аналізі та пошуку літературних джерел інформації, розробці наукової гіпотези та методики наукових досліджень, оформленні та узагальненні роботи, участі у виконанні аналітичної частини, аналізі та обґрунтуванні отриманих результатів, формулюванні висновків і рекомендацій, підготовці отриманих матеріалів до публікацій та оприлюднення даних, щодо наукового дослідження відповідно до плану та теми дисертаційної роботи.

Апробація наукових та практичних результатів, що викладені в дисертаційній роботі здійснювались здобувачем особисто при методичній і науковій підтримці наукового керівника, д.т.н. професора Манько Тамари Антонівни.

Особистий внесок здобувача підтверджений представленими документами і науковими публікаціями.

Перелік публікацій за темою дисертації із зазначенням особистого внеску здобувача у разі співавторства

Статті, опубліковані в виданнях, проіндексованих у наукометричних базах даних Web of Science CoreCollection та/або Scopus

№ п/п	Прізвище, ім'я, по батькові автора	Назва публікації	Назва видання, де опубліковано публікацію	Рік, том, номер (випуск), перша-остання сторінки публікації	Цитування у наукометричній базі (назва НБ Scopus, Web of Science)	Web -сторінка публікації
1	Літот О.В.	Исследование механизма влияния плазменной обработки на свойства низкомолекулярных углеволокон <i>Особистий внесок здобувача: дослідження матеріалів та розробка технології виготовлення зразків.</i>	Космічна наука і технологія	2020. 26, №1(122). С.90-99.		https://doi.org/10.15407/knit2020.01.090

Статті, опубліковані в виданнях, які на дату їх опублікування внесені до переліку наукових фахових видань України

№ п/п	Прізвище, ім'я, по батькові автора	Назва публікації	Назва видання, де опубліковано публікацію	Рік, том, номер (випуск), перша- остання сторінки публікації	Web -сторінка публікації
2	Litot A. V.	Application of modern means of computer simulation in the development of technology manufacturing fuel tank flange of carbon fiber <i>Особистий внесок здобувача: дослідження графічної моделі процесу виготовлення, розробка технології на її основі</i>	Технологические системы	2018, 4(85). С. 27-30.	dx.doi.org/10.29010/085.5
3	А.В. Литот	Композитные топливные баки в современном ракетостроении <i>Особистий внесок здобувача: літературний огляд</i>	Інноваційні технології в науці і освіті. Європейський досвід	2018, С. 352-355	
4.	А.В. Литот	Технологические особенности изготовления композитного корпуса топливного бака с фланцами из углепластика <i>Особистий внесок здобувача: розробка технології виготовлення та випробувань.</i>	Системне проектування та аналіз характеристик аерокосмічної техніки	2018, Том XXV. С. 91-97.	
5	О.В. Літот	Створення надтонких структур силових оболонок паливних баків із вуглепластику <i>Особистий внесок здобувача: літературний огляд, розробка технології та практичні дослідження.</i>	Інноваційні технології в науці та освіті. Європейський досвід	2019, С. 274-277.	

6	А.В. Литот	<p>Применение современных программных комплексов при проектировании и изготовлении фланца топливного бака из углепластика</p> <p><i>Особистий внесок здобувача: апробація графічного моделювання процесу виготовлення.</i></p>	<p>Системне проектування та аналіз характеристик аерокосмічної техніки</p>	<p>2019, Том XXVII С. 90-94.</p>	
7	А.В. Литот	<p>Моделирование многослойного композиционного материала фланца топливного бака из углепластика</p> <p><i>Особистий внесок здобувача: літературний огляд, мікроструктурні дослідження.</i></p>	<p>Системні технології</p>	<p>2020, 6 (131) С. 3-9.</p>	<p>DOI 10.34185/1562-9945-6-131-2020-01</p>
8	А.В. Литот	<p>Экспериментальное исследование безлейнерного топливного из полимерных композиционных материалов</p> <p><i>Особистий внесок здобувача: літературний огляд, виготовлення та випробування дослідної конструкції.</i></p>	<p>Космическая техника. Ракетное вооружение. Space Technology. Missile Armament</p>	<p>2020, Выпуск 1(119) С. 90-98.</p>	
9	О.В. Літот	<p>Методи графічної побудови процесу виготовлення силової оболонки композитних паливних баків</p> <p><i>Особистий внесок здобувача: розробка технології графічного моделювання процесу виготовлення.</i></p>	<p>Вісник Дніпровського університету. Серія: ракетно-космічна техніка</p>	<p>2020, Выпуск 23. №4 том 28 С. 75-81.</p>	<p>DOI: 10.15421/452010</p>
10	О. Litot	<p>Modeling of mandrel for creation of thin-walled linerless fuel tanks of rocket carriers from composite materials</p> <p><i>Особистий внесок здобувача: дослідження вимог та обмежень щодо використання оправок</i></p>	<p>Математичне моделювання</p>	<p>2021, №2 (45) С. 58-63</p>	

11	Літот О.В.	Комп'ютерна модель дослідження інформативності критерію Стьюдента <i>Особистий внесок здобувача: проведення досліджень, формування вихідних даних для аналізу</i>	Системне проектування та аналіз характеристик аерокосмічної техніки	2022, Том XXX. С.47-54.	Doi: 10.15421/472205
12	Літот О.В.	Багатошарові склопластикові оболонки що виготовляються методом намотування <i>Особистий внесок здобувача: розробка технології та виготовлення оболонки.</i>	Збірник наукових праць ЦНДП	2022, #3 (86). Інв. № 75891т. С. 183-189.	

9. Структура та обсяг дисертації.

Дисертаційна робота складається із вступу, п'яти розділів, загальних висновків та списку використаних джерел з 123 найменувань і 5 додатків. Загальний обсяг роботи становить 180 сторінок, у тому числі 101 рисунок та 21 таблиці.

10. Оцінка мови і стилю дисертації.

Дисертаційна робота Літота Олександра Володимировича написана грамотною українською мовою, має змістовну цілісність, послідовність та завершеність. Стель викладання матеріалу відповідає прийнятому в науковій літературі.

11. Ступінь наукової зрілості.

Під час виконання дисертаційної роботи за час навчання в аспірантурі Літот Олександр Володимирович проявив високий рівень наукової підготовки, вміння поставити задачу, обґрунтувати шляхи її вирішення та практичної реалізації. Літот Олександр Володимирович володіє сучасними методами експериментальних досліджень, характеризується високою працездатністю, ініціативністю та наполегливістю.

Вважати, що дисертаційна робота Літота Олександра Володимировича «СУЦІЛЬНОКОМПОЗИТНІ БЕЗЛЕЙНЕРНІ КРІОГЕННІ ПАЛИВНІ БАКИ», яку подано на здобуття ступеня доктора філософії, за своїм науковим рівнем та практичною цінністю, змістом та оформленням повністю відповідає вимогам Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженому постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44, та відповідає напрямку наукового дослідження освітньо-наукової програми Державного підприємства "Конструкторське бюро "Південне" ім. М.К. Янгеля" зі спеціальності 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка.

Рекомендувати:

Дисертаційну роботу «СУЦІЛЬНОКОМПОЗИТНІ БЕЗЛЕЙНЕРНІ КРІОГЕННІ ПАЛИВНІ БАКИ», подану Літотом Олександром Володимировичем на здобуття ступеня доктора філософії до захисту.

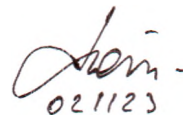
Генеральний конструктор –
Перший заступник
Генерального директора
ДП "КБ "Південне", к.т.н.



02.11.23

Максим ДЕГТЯРЬОВ

Голова секції НТР Комплексу 9, к.т.н.



02.11.23

Олександр ПОТАПОВ

Учений секретар,
начальник освітньо-наукового центру,
к.т.н.



01.11.23

Лариса ПОТАПОВИЧ